

#3

PCT/JP 2004/003044

Rec'd PCT/PTO 14 SEP 2005
日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

09. 3. 2004

10/549503

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月14日
Date of Application:

出願番号 特願2003-069232
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-069232]

REC'D 22 APR 2004
WIPO PCT

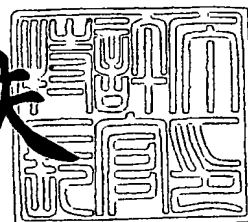
出願人 シャープ株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 03J00447

【提出日】 平成15年 3月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/01

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 内田 秀樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000005049

 【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100101683

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 奥田 誠司

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 082969

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0208454

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 調光素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、

前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第 1 材料を含んでおり、前記第 1 材料は粒子である、調光素子。

【請求項 2】 前記第 1 材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る、請求項 1 に記載の調光素子。

【請求項 3】 前記第 1 材料が前記光反射状態のとき、前記調光層は光を拡散反射する、請求項 2 に記載の調光素子。

【請求項 4】 前記粒子の直径は 350 nm 以上であり、かつ前記調光層の厚さ以下である、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 5】 前記調光層は可視光吸収性を有する着色粒子を含んでおり、前記粒子は前記着色粒子に吸着している、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 6】 前記特定元素は水素である、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 7】 前記特定元素を含有し得る第 2 材料を含む変換層をさらに備え、前記第 2 材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 8】 前記特定元素は水素であり、前記変換層は水素貯蔵材料を含んでいる、請求項 7 に記載の調光素子。

【請求項 9】 前記調光層および前記変換層の各々の水素平衡圧—組成等温線（P T C 特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する請求項 8 に記載の調光素子。

【請求項 10】 前記 P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記調光層および前記変換層の水素平衡圧力がほぼ同等である請求項 9 に記載の調光素子。

【請求項 11】 前記変換層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の

水素貯蔵量の範囲は、前記調光層における PTC 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる請求項 10 に記載の調光素子。

【請求項 12】 前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 1 から 11 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 13】 前記第 2 材料は、電気化学的反應により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 1 から 11 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 14】 前記第 2 材料は、光の照射により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 1 から 13 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 15】 前記変換層は、光触媒性を有する材料を含んでいる請求項 14 に記載の調光素子。

【請求項 16】 前記特定元素のイオンを前記第 2 材料から前記第 1 材料へ、または前記第 1 材料から前記第 2 材料へ移動させるための電界を形成する 1 対の導電層を備えている請求項 1 から 15 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 17】 前記調光層および前記変換層は、前記 1 対の導電層の間に位置している請求項 16 に記載の調光素子。

【請求項 18】 前記調光層は導電性を有しており、前記 1 対の導電層の一方として機能する請求項 16 または 17 に記載の調光素子。

【請求項 19】 前記変換層は導電性を有しており、前記 1 対の導電層の一方として機能する請求項 16 または 17 に記載の調光素子。

【請求項 20】 前記変換層は、光透過性を有している請求項 1 から 19 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 21】 前記調光層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、

前記調光層を透過した光を吸収する光吸収層を更に備えている、請求項 20 に記載の調光素子。

【請求項 22】 前記変換層は、可視光吸収性を有している請求項 1 から 19 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 23】 前記調光層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、

前記変換層は、前記調光層の光入射面とは反対側に配置されている請求項 22 に記載の調光素子。

【請求項 24】 前記調光層および変換層の少なくとも一方が多層構造を有している請求項 1 から 23 のいずれかに記載の調光素子。

【請求項 25】 外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、前記調光層は、

特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第 1 材料と、

前記特定元素を含有し得る第 2 材料であって、前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する第 2 材料とを含んでおり、
前記第 1 材料は粒子である、調光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光の反射率や透過率を制御できる調光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

イットリウム (Y) やランタン (La) などの金属薄膜が水素と結合することにより、可視光を透過し得る水素化物に変化する現象が報告されている (特許文献 1、非特許文献 1)。この現象は可逆的であるため、雰囲気中の水素圧力を調節することにより、薄膜を金属光沢状態と透明状態との間で変化させることが可能である。

【0003】

上記薄膜の光学特性を変化させ、金属光沢を示す状態と透明な状態とを切り替えることができれば、光の反射率／透過率を自由に調節できる調光ミラーを実現することができる。調光ミラーを例えば建物や自動車の窓ガラスとして使用すれば、太陽光を必要に応じて遮断 (反射) し、または透過させることができる。

【0004】

このような調光ミラーは、例えば、イットリウム薄膜の上にパラジウム層を形成した構造を有している。パラジウムは、イットリウム薄膜の表面酸化を防止す

る機能と、雰囲気中の水素分子を効率的に水素原子に変化させ、イットリウムに供給する機能とを有している。イットリウムが水素原子と化学的に結合すると、 YH_2 または YH_3 が形成される。 YH_2 は金属であるが、 YH_3 は半導体であり、その禁制帯幅が可視光のエネルギーよりも大きいため、透明である。

【0005】

また、室温においても $YH_2 \rightleftharpoons YH_3$ の状態変化が迅速（数秒程度）で生じるため、雰囲気中の水素含有量に応じて反射（金属光沢）状態と透明状態との間でスイッチングを行うことが可能である。

【0006】

このように金属光沢 \rightleftharpoons 透明の遷移が可能な他の材料として、例えば、 Mg_2Ni 薄膜が非特許文献2に開示されている。

【0007】

【特許文献1】

米国特許第5635729号明細書

【非特許文献1】

Hu i b e r t、他6名、ネイチャー (Nature)、(英国)、1996年3月、第380巻、p. 231-234

【非特許文献2】

応用物理学会講演会2001春31-a-ZS-14

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術の調光素子では、イットリウムなどの金属光沢 \rightleftharpoons 透明の遷移が可能な材料（以下、「調光材料」という）を含む薄膜を調光層として用いている。このような調光素子には、以下のような問題がある。

【0009】

調光層（薄膜）中における金属光沢と透明状態のスイッチングは、調光層内に水素イオンが浸透していくことによって起こるが、雰囲気の水素圧力が変化しても、調光層表面での水素イオンとの反応は起こっても、薄膜内部まで水素イオンが浸透していくことは難しい。そのため、一部のイットリウム原子またはイット

リウムを含む分子が未反応のまま残る可能性がある。その結果、調光層の示す金属光沢状態と透明状態との反射率の差を拡大させることが困難となる。また、調光素子をより広い用途に用いるには、調光層であるイットリウム薄膜が金属光沢状態と透明状態との間を遷移するために要する時間（スイッチング速度）を短縮する必要がある。

【0010】

金属光沢状態と透明状態との反射率の差を拡大し、かつスイッチング速度を短縮するためには、例えば調光層における YH_2 （または Y ） $\rightleftharpoons YH_3$ の反応効率を向上させることが考えられる。しかしながら、薄膜を調光層として用いる従来の構成では、上記反応効率の向上に限界がある。

【0011】

また、一般的に調光素子を表示装置に適用しようとする、調光層が光を拡散反射する状態を有すると有利である。しかし、上記従来技術の調光素子における調光層は、金属光沢状態のときに光をミラー反射するので、表示装置への適用は困難である。

【0012】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、金属光沢状態と透明状態との遷移が可能な材料を粒子として含む調光層を備えることにより、調光層の光学的特性をより高速にスイッチングすることができ、かつより広い用途に適用が可能な調光素子を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明による調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第1材料は粒子であることを特徴とし、そのことにより前記目的が達成される。

【0014】

ある好ましい実施形態において、前記第1材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る。

【0015】

ある好ましい実施形態において、前記第1材料が前記光反射状態のとき、前記調光層は光を拡散反射する。

【0016】

前記粒子の直径は350nm以上であり、かつ前記調光層の厚さ以下であることが好ましい。

【0017】

ある好ましい実施形態において、前記調光層は可視光吸収性を有する着色粒子を含んでおり、前記粒子は前記着色粒子に吸着している。

【0018】

前記特定元素は水素であってもよい。

【0019】

前記特定元素を含有し得る第2材料を含む変換層をさらに備え、前記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収してもよい。

【0020】

前記特定元素は水素であり、前記変換層は水素貯蔵材料を含んでいてもよい。

【0021】

前記調光層および前記変換層の各々の水素平衡圧-組成等温線（PTC特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作することが好ましい。

【0022】

前記PTC特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記調光層および前記変換層の水素平衡圧力がほぼ同等であることが好ましい。

【0023】

前記変換層におけるPTC特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記調光層におけるPTC特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいることが好ましい。

【0024】

ある好ましい実施形態において、前記第2材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

【0025】

前記第2材料は、電気化学的反應により、前記特定元素の放出また吸収を行ってもよい。

【0026】

前記第2材料は、光の照射により、前記特定元素の放出または吸収を行ってもよい。

【0027】

前記変換層は、光触媒性を有する材料を含むことができる。

【0028】

ある好ましい実施形態において、前記特定元素のイオンを前記第2材料から前記第1材料へ、または前記第1材料から前記第2材料へ移動させるための電界を形成する1対の導電層を備えている。

【0029】

前記調光層および前記変換層は、前記1対の導電層の間に位置していることが好ましい。

【0030】

前記調光層は導電性を有しており、前記1対の導電層の一方として機能してもよい。また、前記変換層は導電性を有しており、前記1対の導電層の一方として機能してもよい。

【0031】

前記変換層は、光透過性を有していてもよい。

【0032】

前記調光層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、前記調光層を透過した光を吸収する光吸収層を更に備えていてもよい。

【0033】

前記変換層は、可視光吸収性を有していてもよい。

【0034】

前記調光層は、光を拡散反射する状態と光を透過する状態との間を遷移し、前記変換層は、前記調光層の光入射面とは反対側に配置されていてもよい。

【0035】

前記調光層および変換層の少なくとも一方が多層構造を有していてもよい。

【0036】

本発明による調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料と、前記特定元素を含有し得る第2材料であって、前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する第2材料とを含んでおり、前記第1材料は粒子であることを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

【0037】

【発明の実施の形態】

まず、本発明の調光素子の基本的な構成を説明する。本発明の調光素子は、図1(a)に示すように、調光層M1および変換層M2を含む積層構造を備え、調光層M1の光反射率が外部刺激に応答して変化する。

【0038】

調光層M1は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料の粒子m1（以下、「調光粒子」ということがある）を含んでいる。調光材料の好ましい例は、前述したY、La、Mg₂Ni合金であり、Y、La、Mg₂Ni合金などの材料は、水素濃度に応じて金属-半導体（または絶縁体）状態間の遷移を行う。調光層M1は、例えばバインダー樹脂を含んでおり、上記調光粒子m1はバインダー樹脂に分散している。また、調光層M1は、変換層M2から水素イオンもしくは水素を運ぶためのイオン導電性の材料（導電性高分子など）を含んでいる。

【0039】

変換層M2は、水素などの特定元素を含有し得る材料（本明細書では「変換材料」と称する。）を含んでいる。変換材料は、電荷（電子や正孔）の注入／放出または光照射などの外部刺激に応じて、上記の特定元素（例えば水素）を放出または吸収する。

【0040】

以下、電荷の注入／放出により、水素イオンが変換層M2から調光層M1へ、

あるいは調光層M1から変換層M2へ移動するメカニズムを例示して説明する。このメカニズムの特徴点は、調光層M1の光学的特性を変化させる特定元素（水素）のイオンを、電気化学的な反応によってではなく、電荷の移動を媒介として移動させる点にある。

【0041】

まず、図1(a)を参照する。図1(a)に示されている調光層M1および変換層M2は、いずれも、水素を吸収／放出する能力を有するとともに、電荷（電子または正孔）およびイオンを移動させることができる電気伝導性を有している。

【0042】

図2(a)は、図1の構造に含まれる調光層M1および変換層M2の初期状態を示している。この初期状態では、水素を実質的に貯蔵していない調光層M1と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層M2との間で平衡状態が形成されている。調光層M1には十分な濃度の水素が存在していないため、調光層M1に分散している各調光粒子m1は金属状態にあり、光をミラー反射する。このように各調光粒子m1が調光層M1に入射する光をランダムな方向に反射するので、調光層M1全体としては光を拡散反射する。これにより、白色の反射光が得られる。

【0043】

次に、図2(b)に示すように、調光層M1の側に負電位を与えると同時に、変換層M2の側に正電位を与える。このとき、調光層M1には負の電極（不図示）から電子が注入され、調光層M1は電子リッチな状態となる。一方、変換層M2には正孔が注入される（電子が引き抜かれる）。変換層M2に注入された正孔は、変換層M2の内部を調光層M1に向かって移動してゆく。このような正孔の移動過程で、更に継続して変換層M2に正孔が注入されると、変換層M2は正孔リッチな状態となる。このため、変換層M2では、水素イオンを放出しやすい状態となる一方、調光層M1では、変換層M2から水素イオンを受け取り、保持する量が増える。

【0044】

このため、調光層M1と変換層M2との間で成立していた水素の平衡状態が崩

れ、調光層M1が水素をより多く保持しやすい状態となり、変換層M2から放出された水素イオンが調光層M1に移動することになる。こうして、図2(c)に示すように、新しい平衡状態が形成される。この状態では、調光層M1に移動した水素が調光粒子まで運ばれて、調光粒子m1の調光材料と結合するために、調光粒子m1が透明になる。その結果、調光層M1が透明になる。

【0045】

以上の反応を記述すると、 $M1 + M2(H) \rightarrow M1(H) + M2$ となる。ここで、 $M1(H)$ および $M2(H)$ は、それぞれ、調光層M1に水素が保持されている状態、および変換層M2に水素が保持されている状態を示している。

【0046】

以上の説明から明らかなように、調光層M1と変換層M2との間では水素イオンの受け渡しが行なわれるだけで、他のイオンの関与する反応は生じていない。また、図2(c)の状態で印加電圧の極性を反転すると、逆方向に反応が進行するため、図2(a)に示す元の平衡状態に復帰する。このメカニズムによれば、変換材料を含む変換層M2に電圧印加などの外部刺激を与えることにより、調光層M1の水素含有量を変化させることができる。従って、このメカニズムを利用する調光素子は、雰囲気の水素分圧を制御する必要がある従来技術の調光素子と比べて実用的である。

【0047】

図1(a)に示す構造の代わりに、図1(b)に示す調光層M1および変換層M2を含む積層構造を用いることもできる。図1(b)の調光層M1は、黑色粒子などの着色粒子m2をさらに含んでおり、調光粒子m1が着色粒子m2に吸着している点で図1(a)の調光層M1と異なっている。図1(b)の変換層M2は、図1(a)を参照して説明した変換層M2と実質的に同様である。

【0048】

図1(b)に示す構造を用いた場合の状態の変化を説明する。初期状態(図2(a))では、図1(a)の構造と同様に、着色粒子m2に吸着した各調光粒子m1は金属状態にあり、光をミラー反射する。このように各調光粒子m1が調光層M1に入射する光をランダムな方向に反射するので、調光層M1全体としては

光を拡散反射する。これにより、白色の反射光が得られる。水素イオンが調光層 M1 に移動して新しい平衡状態が形成されると (図 2 (c))、調光層 M1 に移動した水素と調光粒子 m1 とが結合して、各調光粒子 m1 が透明になる。その結果、調光層 M1 は例えば黒色などの着色粒子 m2 の色を示す。このように、調光層 M1 は拡散反射状態と着色状態 (吸収状態ともいう) とを遷移するので、この構造では、変換層 M2 が透明である必要がない。

【0049】

本発明において、調光材料を粒子化することにより以下のメリットが得られる。調光材料からなる薄膜を調光層として用いる従来技術と比べて、調光材料の表面積を大きくすることができる。従って、調光材料と水素との反応効率が向上し、より高速なスイッチングが可能になる。また、調光層に含まれる調光材料の状態をより確実に制御することができるので、調光層の拡散反射状態と透明状態との反射率の差を拡大できる。そのため、本発明の調光素子を例えば表示装置に適用すると、より明確な表示が得られる。さらに、本発明の調光素子では、調光層に入射する光が拡散反射されるので、表示装置などへの適用に特に有利である。

【0050】

調光粒子 m1 が光を反射するためには、各調光粒 m1 子は可視光波長よりも大きな粒径を持つことが望ましい。従って、調光粒子 m1 の粒径は、好ましくは 350 nm 以上である。より好ましくは 800 nm 以上である。800 nm 以上であれば、可視光が調光粒子 m1 を透過することをより確実に防止できるので、調光層 M1 の光の反射率を高めることができる。一方、調光粒子 m1 の粒径は、調光層 M1 の厚さよりも小さいことが好ましい。粒径が調光層 M1 の厚さよりも大きいと、上述したような調光材料を粒子化するメリットが得られない。より好ましくは、調光粒子 m1 の粒径は 30 μ m 以下である。さらに好ましくは、粒径は 3 μ m 以下である。調光材料の粒径を例えば 1 μ m とすると、調光層 M1 の厚さは 3 μ m 程度とすることが好ましい。

【0051】

上記に加えて、図 (b) の調光層 M1 では、調光粒子 m1 を着色粒子 m2 の表面に確実に吸着させるために、調光粒子 m1 の粒径が着色粒子 m2 の粒径よりも

小さいことが好ましい。

【0052】

図1 (a) および (b) の構造を有する調光素子は、図2 (a) ~ (c) に示すように、電荷の注入/放出により水素イオンが調光層M1と変換層M2との間を移動するメカニズムを利用しているが、本発明はこれに限定されない。本発明の調光素子は、例えば電気化学的な反応により、水素イオンが変換層M2と調光層M1との間を移動するメカニズムを利用することもできる。この場合は、調光層M1に含まれるバインダー樹脂を固体電解質として用いてもよいし、調光層M1と変換層M2との間に固体電解質の層をさらに設けてもよい。この場合は変換層M2内に含まれる変換材料は必ずしも水素を貯蔵、放出する材料である必要はなく、調光材料に起こる水素イオン反応に対応するようなカウンターイオンの反応系が起こるものでもよい。

【0053】

あるいは、本発明の調光素子は、変換層M2を備えていなくても良い。この場合は、前述の従来技術のように、雰囲気の水素圧力に応じて水素イオンが調光層M1と雰囲気との間で移動するメカニズムを利用してもよい。または、調光層M1がさらに変換材料を含んでおり、調光層M1内部で、水素イオンを調光粒子m1と変換材料との間で移動させてもよい。

【0054】

何れのメカニズムを利用する場合でも、調光層M1の光学的特性は、水素イオンの濃度に応じて図1 (a) または (b) に示すように変化する。

【0055】

なお、上記のうちでは、電荷の注入/放出により水素イオンを移動させるメカニズムを利用することが好ましい。電荷（電子や正孔）の移動によって水素の平衡状態を変化させることにより水素を駆動する場合は、水素イオン以外の他のイオンを反応に関与させる必要がない。このため、複数種のイオンが関与する電気化学的な反応によるメカニズムを利用する場合と比べて応答速度が高いという利点がある。また、電気化学的な反応が生じないため、正極側で水素ガスが発生する可能性も低く、電子素子としての安定した動作が可能になる。

【0056】

以下、本発明の実施形態を説明する。

【0057】

(実施形態1)

まず、図3を参照しながら、本発明による調光素子の第1の実施形態を説明する。

【0058】

本実施形態の調光素子は、調光層1および変換層2を含む積層構造を備えている。この積層構造は図1(a)に示す構造と実質的に同じである。調光層1の光反射率(光学的特性)は電氣的刺激に応答して変化する。この調光素子は、調光層1および変換層2を挟みこむ一対の電極3a、3bと、積層構造を支持する基板4とを備えている。一対の電極3a、3bには、外部から適切な電圧が印加され得るが、適宜、電極3aと電極3bとを単純に短絡させることも可能である。

【0059】

なお、基板4に対する変換層2および調光層1の積層順序は、図示されているものに限定されず、基板4に近い側に変換層2を配置し、その上に調光層1を形成してもよい。

【0060】

本実施形態における調光層1では、水素濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料を用いて形成された微粒子(例えばイットリウム、ランタン、以下「調光微粒子」という)がバインダー樹脂に分散している。

【0061】

変換層2は、水素を含有し得る変換材料を含んでいる。この変換材料は電極3aとの間で電子の授受を行うことにより、水素のイオン(H^+)を放出/吸収を行うことができる。

【0062】

図示する例では、電極3aに正の電位を与え、電極3bに負の電位を与えると、あらかじめ十分な量の水素を含有している変換層2の変換材料から水素イオンが放出される。放出された水素イオンは、積層構造中に形成された電界中を移動

し、調光層 1 に達した後、調光微粒子にドーピングされる。このような水素の放出および移動のメカニズムは、前述したとおりである。調光微粒子の調光材料は、水素と結合することにより水素金属化合物を形成する。この結果、当初は金属状態にあった調光微粒子は、可視光を透過する半導体または絶縁体に変化する。

【0063】

調光層 1 に含まれる調光微粒子の平均粒径は例えば $1\ \mu\text{m}$ である。調光微粒子は典型的にはバインダー樹脂に分散している。バインダー樹脂として、例えばガラスとはほぼ同等の屈折率を有するアクリル系樹脂を用いる。また、調光層 1 は、さらに、調光微粒子と変換層 2 との間で水素イオンおよび電荷のやりとりを行うための電気導電性材料を含んでいる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子（例えば P 2）や電荷移動錯体を用いることができる。

【0064】

調光層 1 は、バインダー樹脂の溶液に上記の調光微粒子を分散させ、さらに電気導電性材料を溶解させた塗布溶液を用意した後、例えばスピンコート法によって塗布溶液を電極 3 b 上に塗布することによって形成できる。調光層 1 の厚さは例えば $3\ \mu\text{m}$ 程度である。調光層 1 の形成を、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いて行っても良い。調光層 1 の光入射側の面は、平坦であってもよいし、凹凸を有していてもよい。凹凸を有する調光層 1 は、例えば、凹凸を有する基板 4 または電極 3 b を用いて、凹凸を有する下地の上に上記塗布溶液を塗布することによって形成できる。

【0065】

好ましい調光層 1 の厚さは、 $1.5\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下である。 $1.5\ \mu\text{m}$ 以下であれば、高い反射率を有する調光層 1 が得られなかったり、調光層 1 に用いる調光微粒子の粒径が制限されたりする。一方、 $50\ \mu\text{m}$ 以上であれば、調光層 1 の導電性が低くなる可能性がある。

【0066】

変換層 2 に含まれる変換材料は、定常状態で水素の原子またはイオンを貯蔵し保持することができ、外部刺激に応じて、水素貯蔵量（保持量）を変化させる。

このような水素を貯蔵できる材料としては、 LaNi_5 、 MnNi_5 、 CaNi_5 ・ $\text{TiMn}_{1.5}$ 、 $\text{ZrMn}_{1.5}$ 、 ZrMn_2 、 TiNi 、 TiFe 、 Mg_2Ni などの合金を用いることができる。また、カーボンナノチューブ (CNT) や NiOOH を用いることもできる。 NiOOH は、 $\text{Ni}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{NiOOH} + \text{H}^+ + \text{e}^-$ の反応により、水素イオンの吸放出が可能な材料である。

【0067】

変換層 2 は、水素貯蔵材料のほかに電気導電性材料を含んでいてもよい。電気導電性材料が変換層 2 に含まれていると、調光層 1 との間で水素イオンのやり取りを迅速に行うことができる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷 (電子または正孔) を伝導させる導電性高分子や電荷移動錯体を用いることができる。また、変換層 2 には、上記の水素貯蔵材料や電気伝導性材料以外とは別に必要に応じてバインダー樹脂などの結合材料を加えても良い。

【0068】

変換層 2 が複数の材料の混合物から形成される場合、これらの材料を溶媒に溶解させた溶液を用意し、スピンコート法や印刷法によって塗布すれば、変換層 2 を用意に形成することができる。このような変換層 2 の形成は、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いても良い。

【0069】

以上説明したように、本実施形態によれば、電極 3 a、3 b に電圧を印加することにより、変換層 2 の内部で電荷およびイオンの授受が行われる結果、前述したメカニズムにより、変換層 2 と調光微粒子との間で水素の移動を引き起こすことができる。このため、例えば、初期状態で水素がドーピングされていない調光層 1 と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層 2 とを用い、図 1 に示すような電圧を印加すると、水素イオンが正極側から負極側に移動して、調光微粒子にドーピングされる。すなわち、正極側では水素放出反応が進行し、負極側では水素と金属との結合反応が進行して、水素金属化合物が形成される。これに対して、逆方向の電圧を印加すると、逆方向に水素の移動が生じるため、印加電圧の極性を交替することにより、調光層 1 の光学的状態を金属光沢—透明の間で可逆的に切り替えること

ができる。

【0070】

変換層 2 に貯蔵された水素の移動だけを考えると、電極 3 a と電極 3 b と積層構造の外部で短絡させてもよい。このような短絡は、二次電池における放電と同様の現象であり、積層構造の内部状態を初期状態に復帰させることができる。

【0071】

変換層 2 と調光層 1 とが水素を保持する能力を持つため、電圧の印加を行わないとき（外部の回路を開放しているとき）、水素の移動が生じず、調光層 1 の光学的状態が保持される（調光層のメモリ機能）。このため、水素保持能力に優れた材料を選択すれば、電力を消費することなく調光状態を長期間保持することができる。

【0072】

上記の例とは逆に、あらかじめ水素をドーピングした調光層 1 と、水素を貯蔵していない状態の変換層 2 とを用いてもよい。その場合は、調光層 1 に正電位を、変換層 2 に負電位を与えることにより、調光層 1 から変換層 2 に水素を移動させ、それによって調光層 1 における調光材料の光学的状態を変化させても良い。

【0073】

本実施形態では、水素のドーピング量によって調光微粒子の光反射率／光透過率を制御することができるため、電極に印加する電圧や印加時間（デューティ比など）を調節することにより、調光層 1 の光反射率／光透過率を制御することができる。水素保持能力に基づくメモリ性を利用すれば、適切な光反射率／光透過率を保持することも容易である。

【0074】

このような水素の貯蔵／放出を適切に制御する際には、水素平衡圧－組成等温線（以下、「P T C 特性曲線」と称する。）に注目する必要がある。P T C 特性曲線は、図 4 に示すように、水素の貯蔵量と水素平衡圧力との関係を示す。図 4 のグラフでは、横軸が水素貯蔵量を示し、縦軸が水素平衡圧力を示している。

【0075】

P T C 特性曲線が横軸に対して概平行な部分（以下、「プラトー領域」と称す

る。)では、一定の平衡圧力内のもとで水素の貯蔵量が変化しえるため、水素平衡圧力を一定にした状態で水素の吸収／放出を可逆的に行うことができる。このため、本実施形態の調光素子は、P T C特性曲線のプラトー領域でスイッチング動作を行う。

【0076】

変換層2および調光層1は略同様のP T C特性を示すことが望ましい。より具体的には、図4に示すように、変換層2および調光層1のP T C特性曲線におけるプラトー領域の「水素貯蔵量」の範囲が重なり合い、かつ、「水素平衡圧力」のレベルがほぼ等しいことが望ましい。同等の水素平衡圧力を示すことによって、調光層1および変換層2の間で水素の授受をスムーズに行うことができる。調光層1および変換層2の間で、水素平衡圧力差が大きくなると、それぞれの層で水素の吸放出が生じて、2つの層の間で水素のやりとりを行うことができなくなってしまうからである。

【0077】

また、変換層2におけるP T C特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲(幅)は、調光層1におけるP T C特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲(幅)を含む大きさを有していることが更に好ましい。本実施形態の調光素子では、調光層1の水素ドーピング量によって調光層1の光透過率を制御するため、変換層2における水素貯蔵量の変化の幅が調光層1の状態変化に必要な水素ドーピング量の変化の幅よりも少ないと、調光層1の光学的状態を充分に変化させることができなくなるからである。

【0078】

再び、図3を参照する。図3に示す調光素子は、変換層2が透明である場合、金属拡散反射状態と透明状態との間でスイッチングを行うことができる。透明度の高い状態を形成するには、基板4および電極3a、3bだけではなく、変換層2を可視光域の全範囲で透過率の高い(吸収の無い)材料から形成する必要がある。しかし、水素貯蔵材料などの変換材料は、金属または着色した材料である場合が多く、このような変換材料の層から透明性の高い変換層2を形成することは難しい。このため、変換材料の微粒子を透明な材料と混合することによって変換

層 2 を形成することが好ましい。具体的には、光の波長以下の粒径を持つナノ粒子を変換材料から形成し、このナノ粒子を透明性に優れたバインダー樹脂で結合することができる。このようにして作製される変換層 2 は、透明性および水素貯蔵能力の両方を発揮することができるだけでなく、変換材料がナノ粒子化することにより、その表面積が増加するため、水素の吸放出効率も上昇することも期待される。変換材料による水素の吸放出効率が上昇すると、調光動作の応答速度が向上するので好ましい。超微粒子状態の変換材料としては、カーボン系材料（CNT、フラーレンなど）やカリウム－黒鉛層間化合物などを用いることもできる。

【0079】

（実施形態 2）

以下、図 5（a）～（c）を参照しながら、本発明による調光素子の第 2 の実施形態を説明する。本実施形態の調光素子は、調光層 1 および変換層 2 を含む積層構造を有している。この積層構造は、図 1（a）に示す構造と実質的に同じである。本実施形態の調光素子は、金属拡散反射状態と透明状態との間のスイッチングではなく、金属拡散反射（白色）状態と吸収（黒または着色）状態との間でのスイッチングを行うことができる。

【0080】

図 5（a）および図 5（b）は、変換層 2 と調光層 1 の積層順序が相互に反転した構成を有する調光素子を示している。図 5（a）の構成では、基板 4 の背面側から光が入射され、図 5（b）の構成では、基板 4 の上面側から光が入射される。いずれの調光素子も、可視光を吸収する変換層 2 を備えている。このような変換層 2 は、例えば、黒色の CNT から形成することができる。なお、変換層 2 が着色している場合、あるいは、変換層 2 が透明であっても、その中に顔料や着色樹脂が混入されている場合は、金属拡散反射状態と着色状態との間でのスイッチングが可能になる。

【0081】

図 5（a）に示す調光素子においては、基板 4 および下層の電極 3 b を透明な材料から形成することが好ましい。基板 4 は、透明であれば、ガラスやプラスチ

ックなどの材料から形成され得る。下層の電極 3 b は、ITO などの透明導電性材料から形成されることが好ましく、この場合の好ましい電極厚さは、例えば 150 nm に設定される。

【0082】

調光層 1 は、例えば実施形態 1 で用いた調光層 1 と同様である。光吸収性を有する変換層 2 は、水素貯蔵材料として機能するカリウム-黒鉛層間化合物および導電性高分子材料 P 1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）を、バインダー樹脂として機能するアクリル系樹脂と混合したもの（ブレンド樹脂）から形成することもできる。ブレンド樹脂は溶液化できるため、変換層 2 は、スピンコートによって形成され得る。変換層 2 の厚さは、例えば 500 nm 程度に設定され得る。

【0083】

調光層 1 と変換層 2 との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光層 1 と変換層 2 との間に導電性高分子 P 1 の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜を配置する代わりに、電解質膜を配置しても良い。電解質膜を配置すると、水素イオンの移動が電解質を介して起こりやすいので、特性を向上させることも可能である。

【0084】

なお、図 5（b）に示す構成の調光素子では、図面の上方から光が入射する。この場合、調光層 1 の上層に位置する電極 3 a を透明にする必要があるが、基板 4 や下側の電極 3 を透明にする必要はない。

【0085】

図 5（a）および図 5（b）に示す調光素子に対して、変換層 2 が正極側、調光層 1 が負極側になるように電極 3 a、3 b に電圧を印加すると、図 5（c）に示すように、初期状態で金属拡散反射を示していた調光層 1 が徐々に黒状態に変化してゆく。これは、調光層 1 に含まれる調光微粒子が透明になるに連れて、黒色の変換層 2 が視認されるようになるためである。電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極 3 a と電極 3 b との間をショートさせ、あるいは電極 3 a、3 b に対して極性を反転させた電圧を印加すると、調光層 1 が金属拡散光沢を

示すように変化する。

【0086】

(実施形態3)

次に、図6(a)および(b)を参照しながら、本発明による調光素子の第3の実施形態を説明する。本実施形態の調光素子は、図1(a)に示す構造と実質的に同じ調光層1および変換層2を含む積層構造を有している。本実施形態の調光素子は、可視光に対して透明な変換層2を備えているが、光吸収層として機能する部材(光吸収板)5を更に備えているため、金属拡散反射状態と黒(光吸収)状態との間でのスイッチングが可能である。

【0087】

本実施形態では、調光層1および変換層2として、例えば第1の実施形態の調光素子に用いられる調光層1および変換層2と同じものを用いることができる。基板4はガラス基板などの透明な基板である。電極3a、3bはITOなどを用いて形成された透明電極である。

【0088】

光吸収板5は、可視光域の全域で光を吸収するもの(黒)であってもよいし、可視光域の全体の光を吸収するもの(他の色)であってもよい。

【0089】

光吸収体5は、調光層1に対して、光入射側とは反対の側に配置される。本実施形態では、図6(a)に示すように、調光層1の上に透明な変換層2が配置されているが、変換層2と調光層1との上下関係は逆転されても良い。

【0090】

光吸収板5を基板の背面に配置する代わりに、光吸収性を有する層を基板4の光入射側面、または、積層構造の内部に配置しても良い。このような光吸収層が導電性を有しない場合は、調光層1と電極3bとの間に配置することができないので、基板4と電極3bとの間に配置すればよい。一方、光吸収層が導電性を有する場合、電極3bと一体的に、または電極3bの代わりに光吸収層を用いることも可能である。

【0091】

図6 (a) に示す調光素子に対して、変換層2が正極側、調光層1が負極側になるように電極3a、3bに電圧を印加すると、図6 (b) に示すように、初期状態で金属拡散反射を示していた調光層1が徐々に黒状態に変化してゆく。これは、調光層1に含まれる調光微粒子が透明になるに連れて、黒色の変換層2が視認されるようになるためである。電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極3aと電極3bとの間をショートさせ、あるいは電極3a、3bに対して極性を反転させた電圧を印加すると、調光層1が金属拡散光沢を示すように変化する。

【0092】

(実施形態4)

次に、本発明による調光素子の第4の実施形態を説明する。本実施形態の調光素子は、図3に示す実施形態1の構成と同様の構成を有している。異なる点は、本実施形態の調光層1および変換層2を含む積層構造が、図1 (b) に示す構造と実質的に同じという点である。従って、実施形態2のように光吸収性を示す変換層2を用いたり、実施形態3のような光吸収板5を設けたりすることなく、金属拡散反射（白色）状態と光吸収（黒または着色）状態の間でスイッチングを行うことが可能である。

【0093】

本実施形態の調光素子は、図3に示すように、基板4上に、電極3a、調光層1、変換層2、および電極3bが、この順序で積層された構造を有している。この調光素子では、基板4の上面から光が入射される。なお、調光層1と変換層2とは積層順序が相互に反転していてもよく、その場合は、光は基板4の背面から入射される。

【0094】

調光層1は、上記実施形態で用いたものと同様の調光微粒子（イットリウム微粒子など）を含んでいる。調光微粒子は、例えばカーボン系の黒色粒子に吸着している。

【0095】

このような調光層1は、例えば以下のようにして形成できる。バインダー樹脂

の溶液中で、粒径 $5\ \mu\text{m}$ の黒色粒子と、それより小さい粒径（例えば $1\ \mu\text{m}$ ）を有する調光微粒子とを混合することにより、黒色粒子の表面を覆うように調光微粒子を吸着させる。得られた溶液に導電性高分子材料 P 2 をさらにブレンドした後、得られたブレンド溶液をスピコート法により電極 3 b の上に塗布する。調光層 1 の厚さは、例えば $10\ \mu\text{m}$ である。黒色粒子が分散されているため、調光層 1 の厚さは他の実施形態の調光層 1 の厚さよりも大きい。しかし、カーボン系黒色微粒子および調光微粒子は何れも高い導電性を示すので、調光層 1 全体は十分な導電性を有する。

【0096】

本実施形態の調光素子に対して、変換層 2 が正極側、調光層 1 が負極側になるように電極 3 a、3 b に電圧を印加すると、初期状態で金属拡散反射を示していた調光素子の光入射面側が徐々に黒状態に変化してゆく。これは、黒色粒子に吸着している調光微粒子が透明になるに連れて、黒色粒子が視認されるようになるためである。電源を切ってもこの状態は保持される。また、電極 3 a と電極 3 b との間をショートさせ、あるいは電極 3 a、3 b に対して極性を反転させた電圧を印加すると、調光素子の光入射側面が金属拡散光沢を示すように変化する。

【0097】

このように、本実施形態の調光素子によれば、調光層 1 に含まれる調光微粒子が金属反射状態にあるとき、反射光は散乱して白色として認識されるため、調光層 1 の表面は白色に見える。一方、調光微粒子が透明な状態にあるときには、黒色粒子などの着色粒子によって光が吸収されるため、調光層 1 の表面は黒または他の色に見える。すなわち、調光層 1 自体が、金属拡散状態と光吸収（着色）状態との間を遷移する。従って、本実施形態では、吸収板などの光吸収性を有する層を別個に設けることなく、金属拡散状態⇔光吸収（着色）状態のスイッチングが可能な調光素子が提供できる。

【0098】

本実施形態の調光素子は、上述したような着色粒子を含む調光層 1 を用いていることを除けば、他の実施形態と同様の構成を有し得る。但し、調光層 1 よりも光の入射側に配置された層（図 3 の構成では、変換層 2 および電極 3 a）は透明

である。一方、調光層 1 よりも光の入射側に配置されていない層（図 3 の構成では、電極 3 b と基板 4）は透明である必要はない。

【0099】

（実施形態 5）

図 7（a）および（b）を参照しながら、本発明による調光素子の第 5 の実施形態を説明する。

【0100】

図 7（a）の調光素子は、変換層を第 1 変換層 2 a と第 2 変換層 2 b との複数層に分離した構成を有している。本発明の調光素子では、水素などの特定元素を調光層 1 にドーピングすることによって調光層 1 の状態を変化させるため、2 つの変換層 2 a、2 b で調光層 1 を挟み込む構成を採用すれば、効率的なドーピングが可能となり、調光に必要な状態変化の速度が向上する。調光層 1 は、電極として機能し得るため、図 7（a）の例では、調光層 1 を電極として用いている。

【0101】

図 7（a）の調光素子では、水素の吸放出を行う部分が第 1 変換層 2 a、調光層 1、および第 2 変換層 2 b の 3 層構造を有しているが、更に多層化することも可能である。調光層 1 が単層であれば、調光の程度が不十分な場合でも、調光層 1 の層数を増加させることにより、調光の程度を十分に大きくすることが可能になる。

【0102】

調光層 1 の導電性が低いために電極として用いることができない場合には、図 7（b）に示すように、調光層を第 1 調光層 1 a と第 2 調光層 1 b との 2 層に分離し、これらの調光層の間に電極 3 c を挿入してもよい。図 7（b）の調光素子においても、調光層 1 をさらに多層化することができる。

【0103】

図 7（a）および（b）の何れの調光素子も、各層を順次積層することで容易に作製できる。なお、調光層、変換層、電極および基板は、積層数が異なる以外は実施形態 1～3 と同様の構成を有し得る。

【0104】

(実施形態 6)

図 8 を参照しながら、本発明による調光素子の第 6 の実施形態を説明する。

【0105】

本実施形態では、変換層 2 の機能分離を行うため、変換層 2 に多層構造を付与している。前述のように、変換層 2 の機能は水素を貯蔵し、また、電荷の注入／放出に応じて水素を放出／再貯蔵することである。これらの機能を 1 つの材料で実行するよりも、機能ごとに異なる材料を選択し、それぞれの材料からなる層を重ねるほうが容易である。すなわち、変換層を、電荷またはイオンのやりとりを行うための電荷輸送材料または電解質材料から形成した第 1 変換層 2 a と、水素貯蔵の機能を持つ材料から形成した第 1 変換層 2 a とに分離することにより、効率のよい水素移動を行うことができる。

【0106】

本実施形態では、導電性高分子材料 P 1 (電子、正孔両電荷を輸送できる材料) と、屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂を混合して形成した電荷・イオン交換層を第 1 変換層 2 a として用いている。また、A B 5 型 Mm 水素貯蔵合金である N i 合金の超微粒子 (分散中心半径 10 nm) を屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂と混合したブレンド樹脂を用いて第 2 変換層 2 b として機能させている。

【0107】

なお、このような変換層の機能分離は、実施形態 1 ～ 5 の何れの調光素子にも適用することができる。

【0108】

(実施形態 7)

以下、図 9 を参照しながら、本発明による調光素子の第 7 の実施形態を説明する。

【0109】

本実施形態が前述の各実施形態と異なる点は、図 9 に示すように、電極構造を有していない点にある。本実施形態では、変換層 2 に光電荷発生特性を有する材料を添加している。光電荷発生特性を有する材料とは、ここでは光照射において

電子あるいは正孔を放出する材料系のことである。具体的には、蛍光色素、SiO₂微粒子、カルバゾールなどのような有機分子、またそれを高分子化した高分子材料などである。これらの材料はそれぞれが有する吸収波長に応じて、光照射によって正孔、または電子を放出する。これらの電荷によって水素貯蔵材料が有する水素を隔離させ変換層内を伝達して調光層の金属膜に運ばれ金属膜を水素化する。通常、可視光域で調光するので可視光領域に吸収を持つ材料を用いるのいいが、紫外線や熱線（赤外線）の強度によって調光量を制御したい場合にはそのような領域に吸収を持つような材料系を使えばよい。

【0110】

この変換層に光電荷発生特性を有する調光素子は、特に電界などの外部から制御系を用いることなく調光できることが特徴である。光照射している間は電荷の放出が行われるので調光量を制御することができる。

【0111】

初期状態の制御については、水素を変換層2の水素貯蔵材料に貯蔵させ、調光層1をノンドープ状態にすれば金属反射状態が初期状態になるし、あらかじめ調光層1に水素をドープしておけば、調光層1は透明状態になるので変換層2の色味によって決まる。

【0112】

また、光照射による調光量制御では、光量による蓄積によって調光量が変わるので、弱い光でも長時間照射が続くと調光量が変化していく場合がある。調光量を光照射の強さのみで制御したい場合には不都合が生じる。このような場合は、変換層2と調光層1の水素貯蔵能力、つまりは水素との反応スピードを調整する。平衡が調光層の方向に強い場合は光があたって水素が変換層2に伝達され変換層2が水素ドープしてもほとんどが再度調光層1のほうへ引き戻されてしまう。更に、変換を示す照射量を調整すれば、変換層2の透明状態（水素ドープ状態）は光照射がある程度の強さを保って当たっている場合調光層1の透明状態を維持することができる。光照射が弱い場合や、光照射がなくなった場合には、平衡状態が変換層2のほうに移るので、調光層1は初期状態に戻る。光の照射で調光層1の金属拡散反射—透明状態を繰り返し使う場合にも、調光層1、変換層2の平

平衡状態の方向を制御するとよい。

【0113】

本実施形態では、調光層1の調光材料として、PTC特性曲線平坦領域の平衡圧力が変換層2の変換材料に比べて大きい材料を選択している。

【0114】

変換層2内には、追加的にRu錯体色素が添加している。この色素は可視光全体域の光を吸収し、光を吸収すると、電子を放出する特性を有している。また、変換層2は、あらかじめ水素を貯蔵させている。

【0115】

本実施形態の調光素子に対して、光を照射すると、光の照射量が十分なレベルに達したとき、金属拡散反射の程度が低くなって調光素子が黒色などの変換層2の色を呈してくる。この理由を以下に説明する。光照射によって生成された電子が変換層2の水素貯蔵材料において還元反応を引き起こすので、水素を生じる。生じた水素が変換層2における水素平衡圧力以上になると、調光層1の調光微粒子に水素が移動する。水素は調光微粒子の調光材料と水素化合物を形成するので、調光微粒子が透明になる。このため、調光層1が透明となり、変換層2の色（黒色）が視認される。

【0116】

光照射を停止すると、電子の発生／供給が停止するため、調光層1の状態変化も停止する。水素平衡圧力の差が生じているため、平衡状態が変換層側に移り、調光層に移動した水素も変換層にほとんど再移動することができる。

【0117】

このように、本実施形態によれば、光照射によって自然に調光量を調整できる。

【0118】

外部からの光照射によって調光層1の状態変化をスイッチングする代わりに、照射光の強さや照射量の積算値に応じて水素の平衡状態を制御し、調光することも可能である。光照射のみによって調光する場合は、使用者の要求に応じた調光が実現できない。また、調光素子の使用中に水素が完全に移動できずに、初期状

態がシフトする問題も生じ得る。このような問題を回避するためには、電極を付加的に配置することが好ましい。付加的に設けた電極によって水素ドーピング量を調整すれば、通常の光照射による調光とあわせて、調光量を自在に変化させることが可能になる。また、電極を用いた電圧印加により、水素の平衡状態に初期化することが可能になるため、再現性に優れた調光の制御が実現する。

【0119】

(実施形態8)

以下、図10および図11を参照しながら、本発明による調光素子の第8の実施形態を説明する。

【0120】

本実施形態が前述の各実施形態と異なる点は、図10に示すように、基板4上に調光層1のみが積層され、電極や変換層を有していない点にある。基板4は透明な基板であればよく、他の実施形態で用いたものと同様の基板を用いることができる。

【0121】

図11は、本実施形態の調光素子に用いられる調光層1を示す。調光層1は、調光微粒子11と、Ru錯体色素などの光電荷発生特性を有する材料12と、水素貯蔵材料などの変換材料13を含んでいる。これらは、典型的にはバインダー樹脂に分散している。また、調光層1は、水素や電子が調光層1内を移動できるようにするための電気導電性材料を含んでいる。本実施形態では、調光微粒子11を構成する調光材料として、PTC特性曲線平坦領域の平衡圧力が変換材料13に比べて大きい材料を選択している。光電荷発生特性を有する材料12として、実施形態7に例示したものと同様のものを用いることができる。変換材料13として、他の実施形態において変換層に含まれている変換材料と同じものを用いることができる。このように、調光層1は光変調を起こすために必要な構成物を全て含んでいる。

【0122】

本実施形態の調光素子に対して、光を照射すると、光の照射量が十分なレベルに達したとき、金属拡散反射の程度が低くなって調光素子が透明になってくる。

この理由を以下に説明する。光照射によって生成された電子が変換材料 13 において還元反応を引き起こすので、水素を生じる。生じた水素が変換材料 13 における水素平衡圧力以上になると、水素は調光微粒子 11 に移動し、調光微粒子の調光材料と水素化合物を形成する。水素化合物が形成されると、調光微粒子 11 が透明となる。その結果、調光素子全体が透明となる。

【0123】

光照射を停止すると、電子の発生／供給が停止するため、調光層 1 の状態変化も停止する。水素平衡圧力の差が生じているため、平衡状態が変換材料 13 側に移り、調光微粒子 11 に移動した水素も変換材料 13 にほとんど再移動することができる。

【0124】

このように、本実施形態によれば、光照射によって自然に調光量を調整できる。

【0125】

本実施形態においても、実施形態 7 と同様に、照射光の強さや照射量の積算値に応じて水素の平衡状態を制御し、調光することも可能である。また、電極を付加的に配置することによって水素ドーパ量を調整することもできる。

【0126】

(実施形態 9)

以下、図 10 および図 12 を参照しながら、本発明による調光素子の第 9 の実施形態を説明する。

【0127】

本実施形態の調光素子は、図 10 に示すように、基板 4 上に調光層 1 のみが積層され、電極や変換層を有してない。本実施形態では、基板 4 は調光層 1 を支持できればよく、透明でなくてもよい。

【0128】

図 12 は、本実施形態の調光素子に用いられる調光層 1 を示す。調光層 1 では、着色粒子（例えば黒色粒子）10 がバインダー樹脂に分散しており、着色粒子 10 に調光微粒子 11 が吸着している。この他、バインダー樹脂には、Ru 錯体

色素などの光電荷発生特性を有する材料12と、水素貯蔵材料などの変換材料13とが分散している。さらに、調光層1は、水素や電子が調光層1内を移動できるようにするための電気導電性材料を含んでいる。本実施形態では、調光微粒子11を構成する調光材料として、P T C特性曲線平坦領域の平衡圧力が変換材料13に比べて大きい材料を選択している。光電荷発生特性を有する材料12として、実施形態7に例示したものと同様のものを用いることができる。変換材料13として、他の実施形態において変換層に含まれている変換材料と同じものを用いることができる。このように、調光層1は光変調を起こすために必要な構成物を全て含んでいる。

【0129】

本実施形態では、着色粒子10として、カリウム-黒鉛層間化合物の黒色粒子を用いる。このように、着色粒子10が変換材料としても機能し得る粒子であれば、変換材料13を別個に調光層1に添加する必要がないので好ましい。また、調光微粒子11は変換材料である着色粒子10に吸着しているので、水素が調光材料と変換材料と間の移動に要する時間が短い。従って、水素がバインダー樹脂中を移動する場合と比べて、調光層1の光学的特性をより高速にスイッチングできる。

【0130】

本実施形態の調光素子に対して、光を照射すると、光の照射量が十分なレベルに達したとき、金属拡散反射の程度が低くなって調光素子が黒色などの着色粒子10の色を呈してくる。これは、光照射によって生成された電子が変換材料（変換材料13または、着色粒子10が変換材料を用いて形成されている場合には、着色粒子10）において還元反応を引き起し、それによって生じた水素が変換材料における水素平衡圧力以上になるために起こる。水素は変換材料から調光微粒子11へ移動して、調光微粒子11の調光材料と水素化合物を形成し、調光微粒子11を透明化する。この結果、着色粒子10の色が視認されるので、調光素子全体が着色粒子10の色となる。

【0131】

光照射を停止すると、電子の発生／供給が停止するため、調光層1の状態変化も

停止する。水素平衡圧力の差が生じているため、平衡状態が変換材料側に移り、調光微粒子 11 に移動した水素も変換材料にほとんど再移動することができる。

【0132】

このように、本実施形態によれば、光照射によって自然に調光量を調整できる。

【0133】

本実施形態においても、実施形態 7 と同様に、照射光の強さや照射量の積算値に応じて水素の平衡状態を制御し、調光することも可能である。また、電極を付加的に配置することによって水素ドーブ量を調整することもできる。

【0134】

【発明の効果】

本発明によれば、金属光沢状態と透明状態との遷移が可能な材料を粒子として含む調光層を備えることにより、調光層の光学的特性をより高速にスイッチングすることができ、かつ、より広い用途に適用が可能な調光素子を提供することができる。

【0135】

本発明の調光素子は、光を拡散反射する状態と光を透過または吸収する状態とを遷移することができ、また高いメモリ性を有するので、各種表示装置に適用すると特に有利である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(a) および (b) は、本発明による調光素子の構成を模式的に示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示す調光素子の動作原理を示す図である。

【図 3】

本発明による調光素子の第 1 の実施形態を示す断面図である。

【図 4】

調光層および変換層の水素平衡圧-組成等温線 (PTC 特性曲線) を示すグラ

フである。

【図 5】

(a) ~ (c) は、本発明による調光素子の第 2 の実施形態を示す断面図である。

【図 6】

(a) および (b) は、本発明による調光素子の第 3 の実施形態を示す断面図である。

【図 7】

(a) および (b) は、本発明による調光素子の第 5 の実施形態について、その動作を示す図である。

【図 8】

本発明による調光素子の第 6 の実施形態を示す断面図である。

【図 9】

本発明による調光素子の第 7 の実施形態を示す断面図である。

【図 10】

本発明による調光素子の第 8 および第 9 の実施形態を示す断面図である。

【図 11】

本発明による調光素子の第 8 の実施形態における調光層を模式的に示す断面図である。

【図 12】

本発明による調光素子の第 9 の実施形態における調光層を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

M 1 調光層

M 2 変換層

m 1 調光粒子

m 2 着色粒子

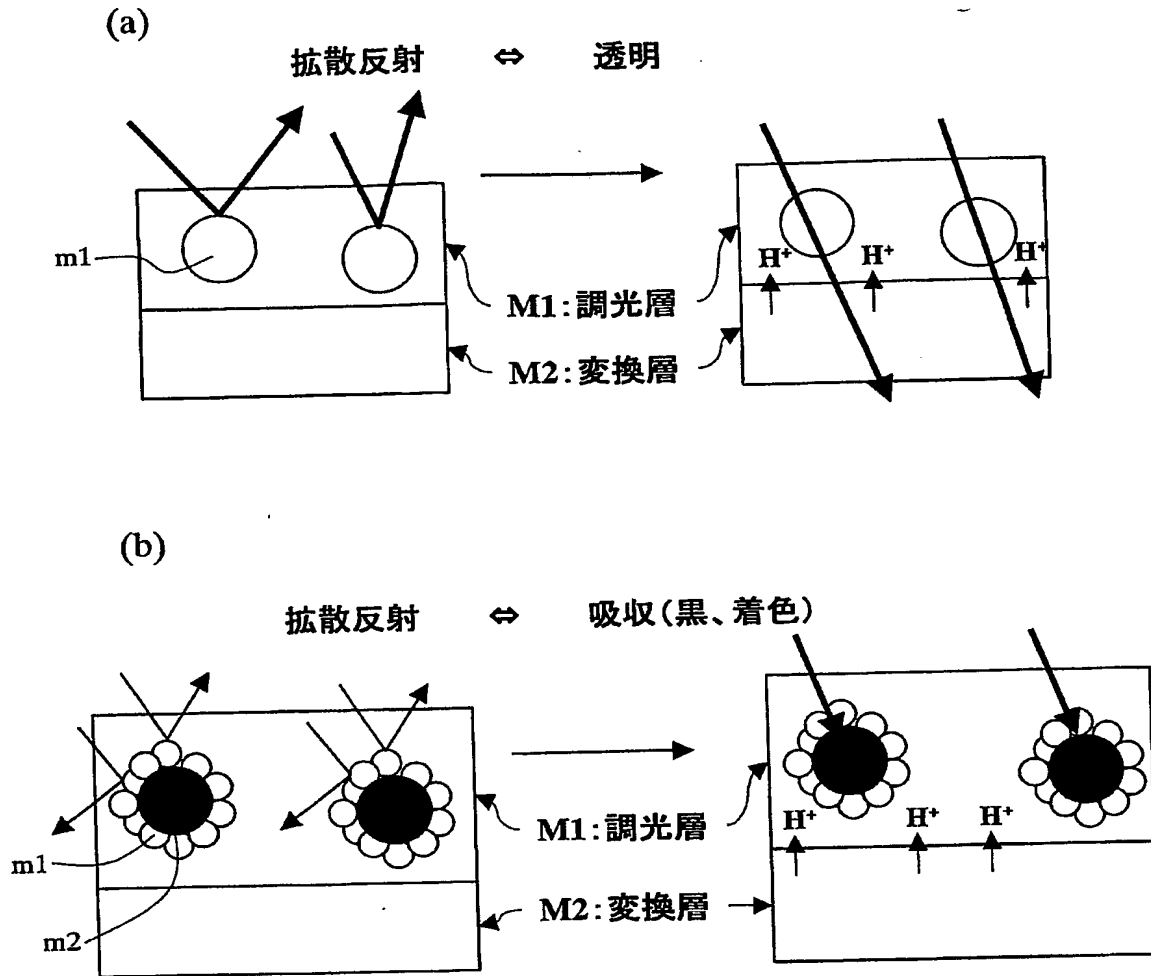
1 調光層

1 a 第 1 調光層

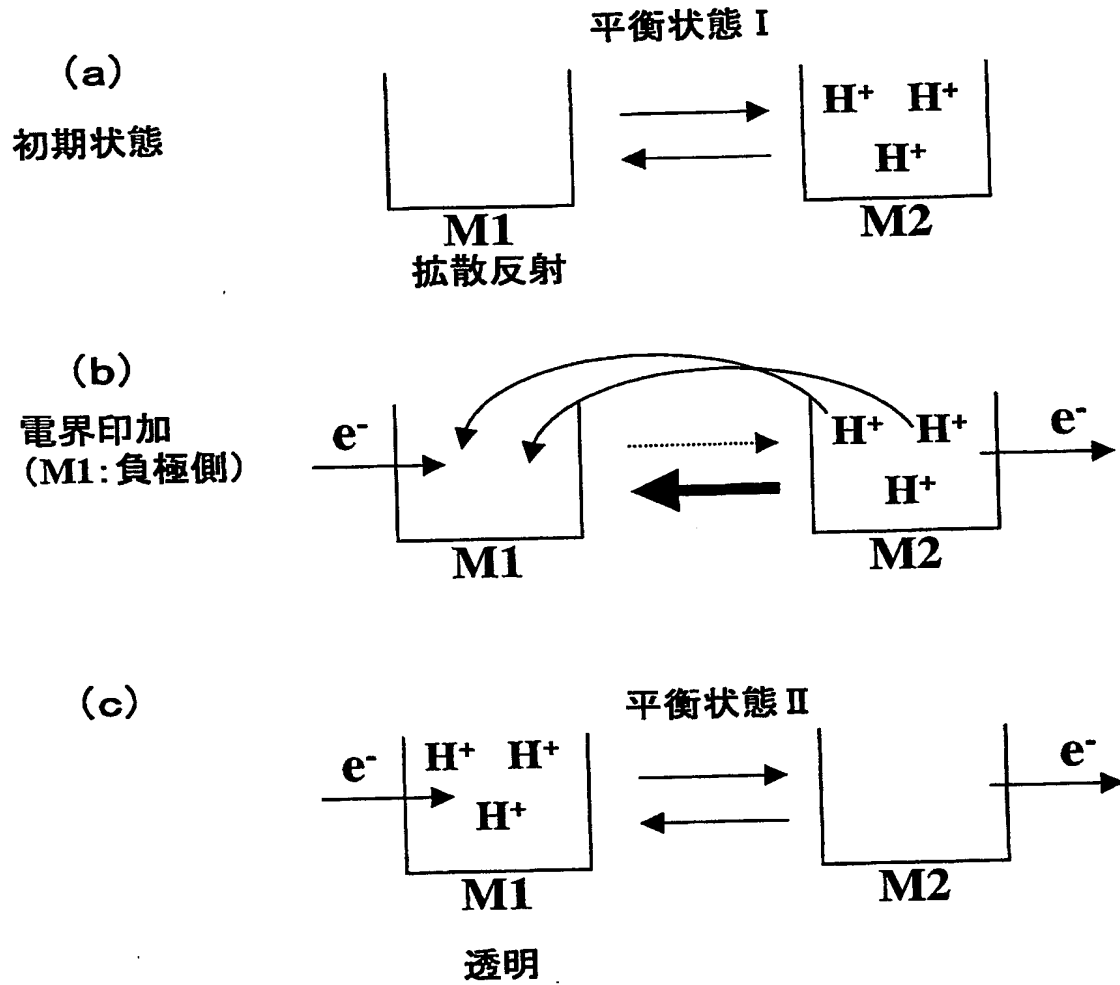
- 1 b 第 2 調光層
- 2 変換層
- 2 a 第 1 変換層
- 2 b 第 2 変換層
- 3 電極
- 3 a 上層の電極
- 3 b 下層の電極
- 4 基板
- 5 吸収板
- 1 0 着色粒子
- 1 1 調光微粒子

【書類名】 図面

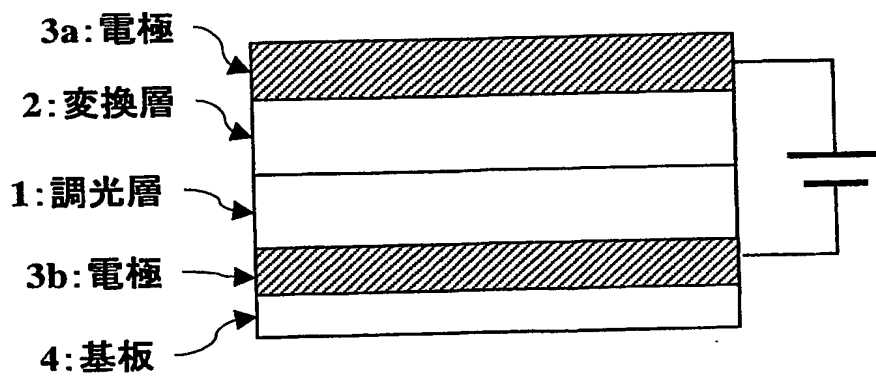
【図 1】



【図 2】

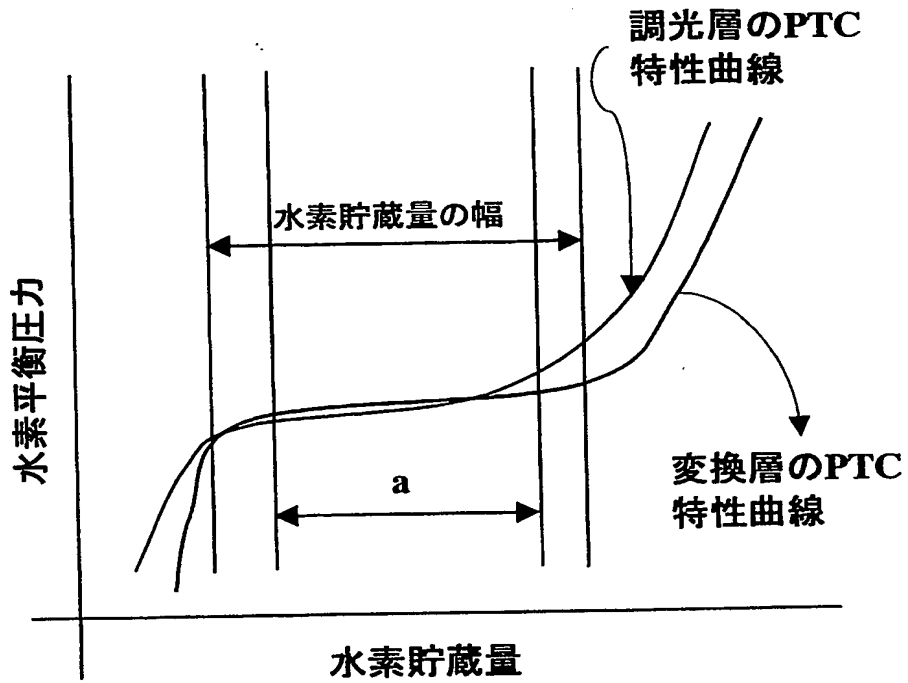


【図 3】

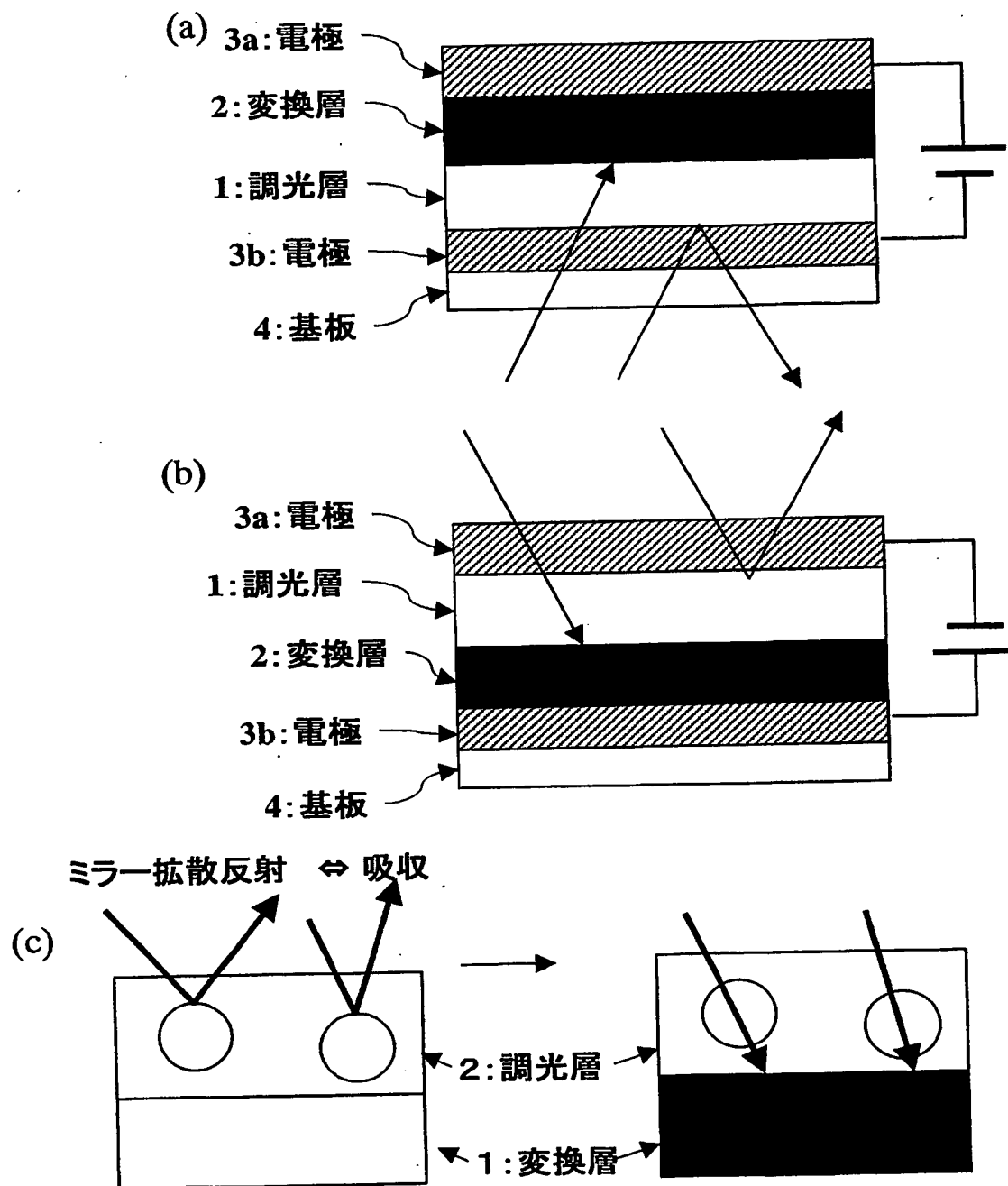


【図 4】

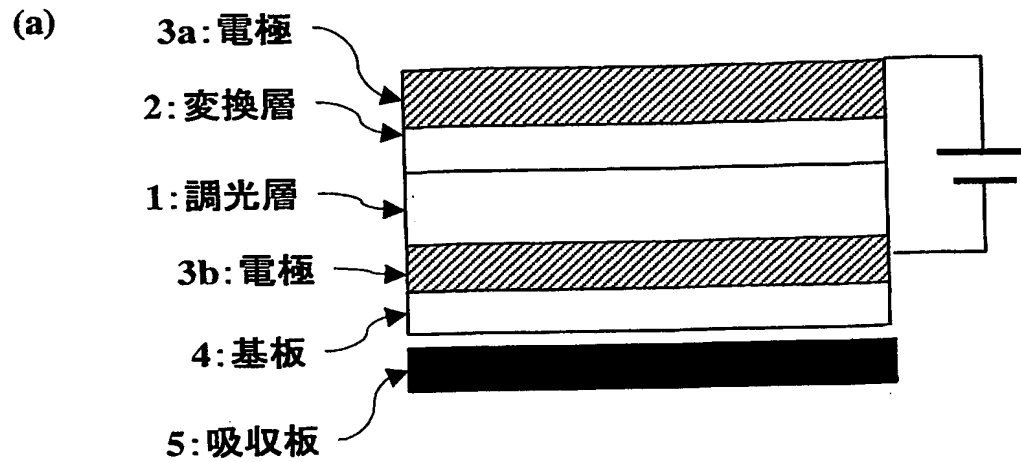
本発明におけるPTC特性曲線の望ましい形状



【図 5】

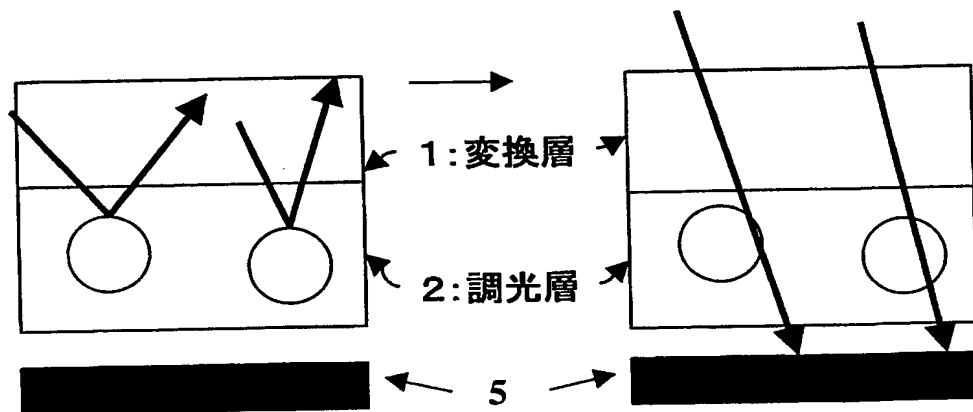


【図6】



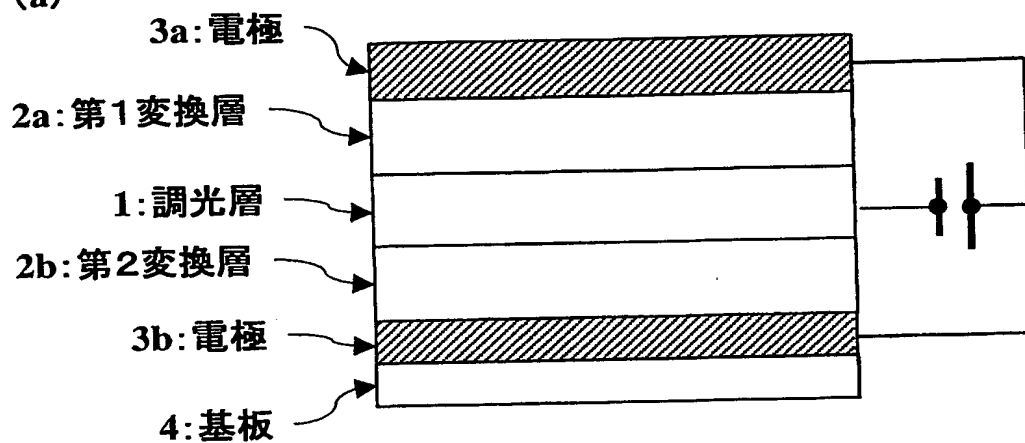
(b) ミラー拡散反射 ⇔ 吸収

透明素子の背面に吸収板をつける

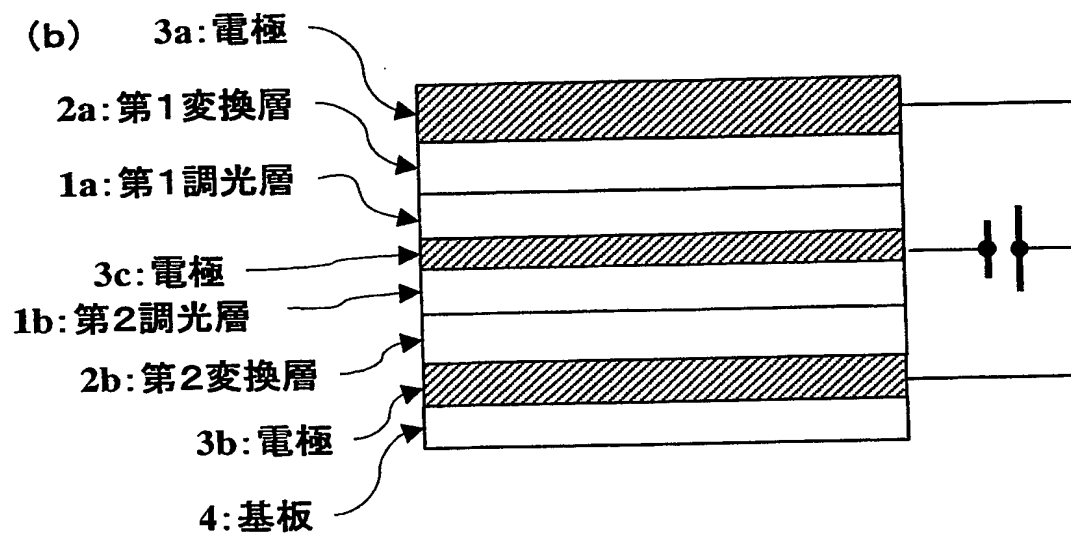


【図7】

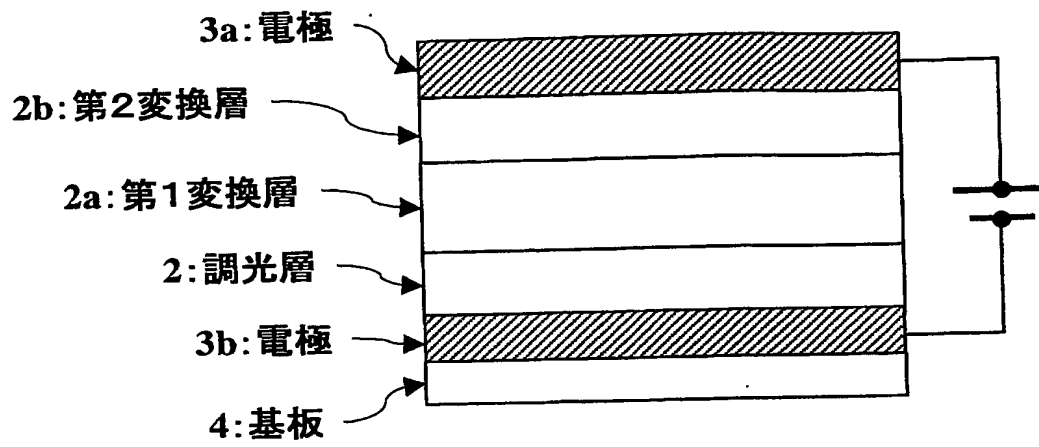
(a)



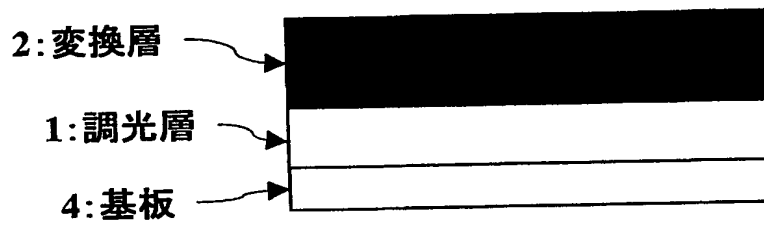
(b)



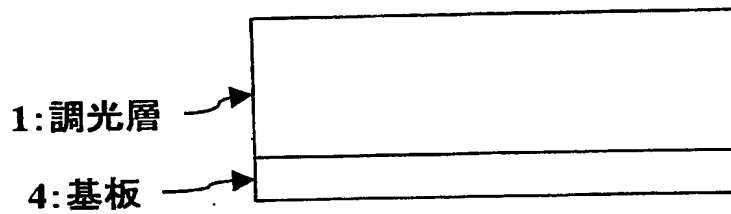
【図 8】



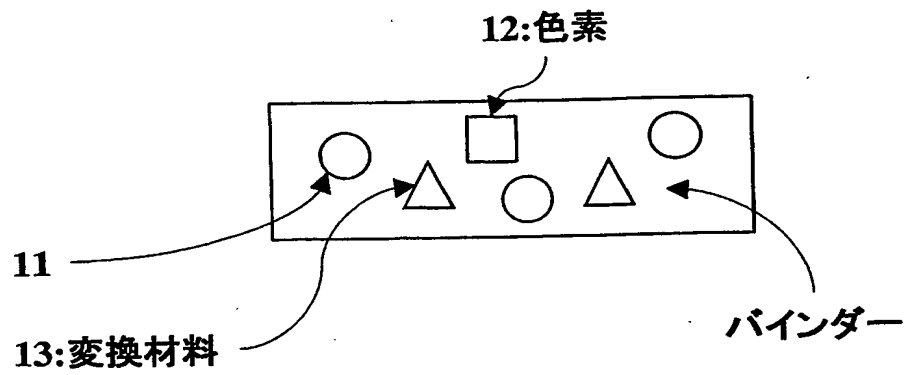
【図 9】



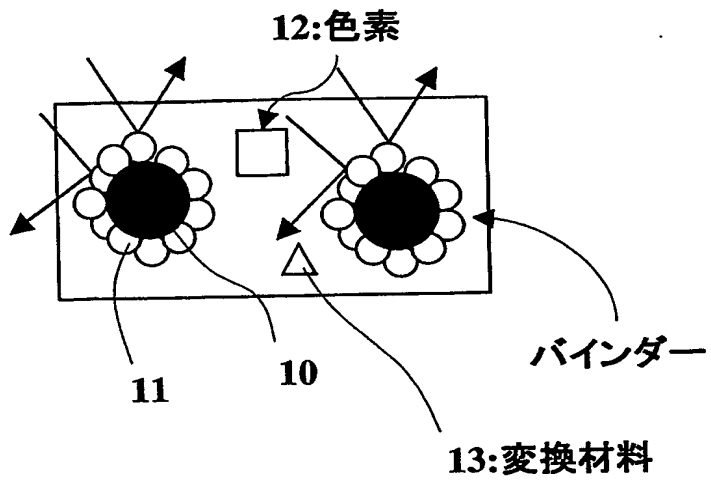
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 調光層の光学的特性をより高速にスイッチングすることができ、かつ、より広い用途に適用が可能な調光素子を提供する。

【解決手段】 外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層M1を備えた調光素子である。調光層M1は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでいる。第1材料は粒子m1である。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 6 9 2 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社